

①②

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: **81401190.4**

⑤① Int. Cl.³: **F 28 D 9/00, F 28 F 21/06**

②② Date de dépôt: **24.07.81**

③① Priorité: **25.07.80 FR 8016472**
02.04.81 FR 8106641

④③ Date de publication de la demande: **03.02.82**
Bulletin 82/5

④④ Etats contractants désignés: **CH DE GB LI**

⑦① Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
Etablissement de Caractère Scientifique Technique et
Industriel, B.P. 510, F-75752 Paris Cedex 15 (FR)

Demandeur: **ALUSUISSE FRANCE S.A., 25 avenue**
Marceau, F-75116 Paris (FR)

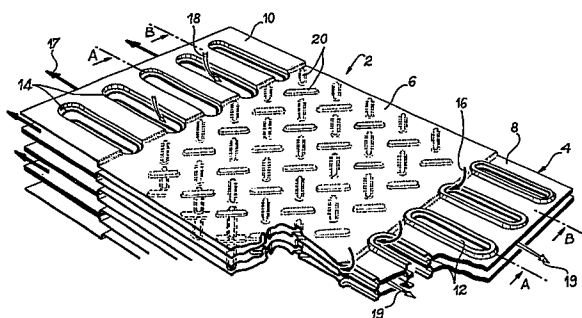
⑦② Inventeur: **Berger, Raymond, 28, Route de Lyon,**
F-38000 Grenoble (FR)
Inventeur: **Bouvier de Cachard, Maurice, 36, Chemin de**
Malanot - Corenc, F-38700 La Tronche (FR)
Inventeur: **Collet, Alain, Route de Vienne,**
F-38270 Beaurepaire (FR)
Inventeur: **Costes, Didier, 11-19, Avenue du Château,**
F-92190 Meudon (FR)
Inventeur: **Gouzy, André, Chemin du Cerf Saint Nazaire**
Les Eymes, F-38330 Saint Ismier (FR)
Inventeur: **Dupuy, Guy, 28, Avenue Michel Villaz,**
F-38270 Beaurepaire (FR)
Inventeur: **Caunes, Pierre, 35, Le Placage,**
F-38360 Sassenage (FR)
Inventeur: **Chevrier, Claude, 51 C, Les Alguinards,**
F-38240 Meylan (FR)

⑦④ Mandataire: **Mongrédien, André et al, c/o**
Brevatome 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Echangeur de chaleur à plaques à structure rigide.**

⑤⑦ L'invention concerne un échangeur de chaleur à plaques à structure rigide.

Les plaques de cet échangeur comportent une zone centrale d'échange (6) et deux bordures parallèles (8, 10) formant par leur empilement deux blocs distributeurs, la distribution s'effectuant dans un bloc, pour un espace sur deux, par débouché direct sur la face de l'empilement, et pour l'autre espace sur deux, par débouché sur une ligne des cheminées obtenues par des perforations (12, 14) en regard dans tout l'empilement. Les perforations (12, 14) sont de forme allongée dans le sens de l'écoulement des fluides d'un bloc distributeur à l'autre. Les bordures des plaques sont décalées de part et d'autre du plan de la zone centrale. L'une des bordures est en contact plan sur plan avec la bordure de la plaque supérieure. L'autre bordure est en contact avec la bordure de la plaque inférieure, ce qui réalise une structure dite «en accordéon» qui ferme un espace sur deux dans chaque bloc distributeur.



La présente invention concerne un échangeur de chaleur à structure rigide.

Les échangeurs de chaleur sont des appareils permettant de faire passer un flux thermique d'un premier écoulement fluide, qui se refroidit, à un second qui se réchauffe. Les échangeurs à plaques sont constitués d'un empilement de plaques convenablement espacées, entre lesquelles circulent les deux écoulements dans une disposition alternée. Pour obtenir l'échange thermique le plus efficace, il est connu d'adopter la disposition à contre-courants des écoulements, les vitesses dans ceux-ci étant alors sensiblement parallèles et opposées, mais cette disposition rend assez complexe la constitution des zones de collecte aux extrémités des parcours d'échange. La disposition à courants croisés, moins efficace thermiquement, est souvent adoptée pour cette raison.

Pour permettre la fabrication économique d'échangeurs à plaques à contre-courants, il a été proposé précédemment de constituer un collecteur par une ligne de cheminées de section par exemple circulaire, perpendiculaires aux plaques, disposées côte à côte le long d'un bord de l'empilement et ouvertes dans un espace sur deux entre les plaques, ces cheminées étant obtenues grâce à des percements dans les plaques et à des raccords étanches. Un des écoulements est ainsi collecté par les cheminées tandis que l'autre écoulement aboutit, entre les cheminées, à la face correspondante de l'empilement.

Les quatre collecteurs, pour l'entrée et la sortie des deux écoulements, sont constitués par les deux lignes de cheminées et les deux faces correspondantes de l'écoulement, où les plaques sont deux à deux au contact. On peut choisir de collecter un écoulement par les deux lignes de cheminées et l'autre par les faces, ou de collecter chaque écoulement par une ligne de cheminée et une face, disposition adoptée pour la description qui suit et

les figures. Les deux écoulements peuvent être sensiblement égaux en masse et volume et l'on adopte alors un pas d'espacement e uniforme entre plaques. Les explications ci-dessous correspondent à ce cas mais s'étendent facilement à des espacements différents e_1 et e_2 pour les deux écoulements.

Dans les échangeurs de ce type, les cheminées de distribution sont de préférence de section allongée dans le sens de la circulation des fluides d'une zone de distribution à l'autre, ce qui permet d'obtenir des sections de passage importantes vis-à-vis de la section correspondant à l'épaisseur entre plaques.

Un échangeur de chaleur à plaques de ce type est décrit dans le brevet français n° 1 038 859. Il décrit un échangeur de chaleur pour deux milieux circulant à contre-courant. Des plaques disposées parallèlement ménagent des passages pour les milieux fluides. Les parties extrêmes de ces plaques sont reliées par des conduits transversaux perpendiculaires qui peuvent présenter, selon un mode de réalisation particulier une coupe transversale en forme de poire.

Cependant, un échangeur de ce type ne possède pas une structure rigide. En effet, une plaque de l'empilement repose sur la plaque immédiatement inférieure par sa périphérie seulement. On ne trouve aucun point d'appui intermédiaire d'une plaque 1 sur la plaque inférieure 2 dans la zone d'échange. Des collerettes 1c, 2c constituent des bordures de perforations de cheminées. Les collerettes 1c sont relativement courtes tandis que les collerettes 2c sont relativement longues. Une plaque 1 repose donc sur la plaque 2 qui lui est inférieure par le pourtour de la collerette 2c.

Il est donc nécessaire de rigidifier cet échangeur au moyen d'entretoises telles que les croisillons 3a. L'échangeur de l'invention concerne au contraire un échangeur à plaques qui présente par lui-même une

structure rigide. Les plaques de cet échangeur comportent deux surfaces planes, une surface plane supérieure et une surface plane inférieure. L'une des surfaces planes est constituée par le plan de la zone de distribution tandis que l'autre surface plane, du même côté de l'échangeur est constituée par le plan de la bordure des perforations de cheminées. Lorsque l'on empile ces plaques l'une sur l'autre, on réalise une structure rigide par elle-même sans l'aide d'aucune entretoise.

10 Plus précisément, l'échangeur à plaque de l'invention, du genre de ceux qui comportent un empilement de plaques parallèles convenablement espacées, lesdites plaques comportant une zone centrale d'échange et deux bordures parallèles formant par leur empilement deux blocs distributeurs, la distribution s'effectuant dans un bloc pour un espace sur deux par débouché direct sur la face de l'empilement, et pour l'autre espace sur deux, par débouché sur une ligne de cheminée obtenues par des perforations de forme allongée dans le sens de l'écoulement des fluides d'un bloc distributeur à l'autre réalisées en regard dans tout l'empilement, se caractérise en ce que les plans des bordures parallèles des plaques sont décalés de part et d'autre du plan de la zone centrale d'échange, de telle sorte que lorsque l'empilement des plaques est réalisé, l'une des bordures d'une plaque est en contact plan sur plan avec la bordure de la plaque immédiatement supérieure, tandis que l'autre bordure de cette plaque est en contact avec la bordure de la plaque immédiatement inférieure, ce qui réalise une structure dite "en accordéon" qui ferme un espace sur deux dans chaque bloc distributeur, et en ce que les bordures des perforations des cheminées sont déformées dans le sens opposé au décalage de la bordure par rapport à la zone centrale pour venir en contact avec la bordure de la perforation de la cheminée de la plaque adjacente, le contact plan sur plan des bor-

dures parallèles de distribution s'étendant à la partie des régions situées entre les cheminées, mais non à la région située en regard de la zone centrale d'échange.

Le contact des deux plaques sur une grande partie de la zone de distribution permet d'obtenir une meilleure robustesse de l'assemblage, en particulier quand on utilise des tôles très fines. Le plan d'une ou des deux zones de distribution est décalé de celui de la zone d'échange, ce qui aboutit au contact deux à deux de ces zones de distribution, sous réserve du maintien de l'écart normal entre la zone d'échange et l'extrémité en regard de chaque perforation, et sous réserve des parties localement relevées pour constituer les parois des cheminées.

Conformément à l'invention, les plaques sont liées deux par deux par assemblage de leur rebords et/ou des rebords des cheminées situées en contact. On constitue ainsi une chaîne en accordéon. Les liaisons sont effectuées sur tout le pourtour des cheminées. Ces liaisons peuvent être obtenues par sertissage de rivets rapportés ou emboutis, ou encore elles peuvent être obtenues directement à partir des plaques elles-mêmes par collage de zones pré-enduites, par soudage de films plastiques déposés sur les plaques, par soudage des plaques elles-mêmes lorsqu'elles sont réalisées à partir d'un matériau approprié. On peut encore utiliser des inserts en matériau plastique assemblés "in situ".

On constitue ainsi des lignes de cheminées de distribution dont la section de passage peut être aussi grande qu'on le désire, afin d'alimenter la totalité de l'empilement tout en permettant une répartition fine du fluide entre les plaques. Les cheminées de distribution ne débouchent que par leur petit côté qui est orienté vers la zone d'échange. La rigidité de l'empilement est ainsi assurée par les deux grands côtés et par le petit côté de l'ouverture, dont les parois sont parallèles aux efforts d'écrasement.

Selon une autre caractéristique de l'invention, des bossages allongés sont pratiqués dans la zone d'échange. Ces bossages peuvent être inclinés par rapport à l'axe de la plaque, notamment orientés alternativement, par exemple à 45 degrés, de part et d'autre de la direction générale d'écoulement des veines gazeuses. La hauteur de ces bossages peut être égale au pas d'espacement des plaques. Dans ce cas, chaque bossage s'appuie alors sur une partie lisse de la zone d'échange. La hauteur des bossages peut aussi être égale au demi-pas d'espacement des plaques. Ainsi, lorsque ces plaques sont superposées dans l'empilement après rotation d'une plaque sur deux de 180 degrés autour de son axe transversal, ces bossages viennent en contact les uns avec les autres, par exemple à angle droit. La continuité des parois parallèlement à l'axe des efforts d'écrasement est ainsi assurée. En outre, ces bossages accroissent la longueur du trajet des veines gazeuses dans la zone d'échange.

L'échangeur de chaleur à plaques réalisé conformément à l'invention possède des qualités propres de rigidité qui permettent de réduire considérablement l'épaisseur des plaques utilisées, et par conséquent leur poids.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit, donnée à titre illustratif et non limitatif en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue en perspective d'un échangeur réalisé conformément à l'invention,
- la figure 2 représente une vue en perspective d'une plaque de l'échangeur représenté sur la figure 1,
- la figure 3 représente une section longitudinale de la plaque représentée sur la figure 2,
- les figures 4a et 4b représentent une section longitudinale de l'échangeur représenté sur la figure 1,
- les figures 5 à 7 représentent différentes variantes de réalisation de l'assemblage des rebords de cheminée de distribution,

- les figures 8 et 9 représentent les sections longitudinales de variantes de réalisation de l'invention,
 - la figure 10 représente une vue en perspective d'un mode de réalisation dans lequel l'isolation latérale des plaques est réalisée au moyen d'une mousse à porosité fermée, dans laquelle sont noyés des profilés de renforcement,
 - la figure 11 représente une vue en perspective de l'échangeur de la figure 10 montrant la forme du carter seul,
 - la figure 12 représente une vue de détail de l'isolation des plaques de l'échangeur des figures 10 et 11 dans laquelle on a noyé une texture métallique de renforcement.
- On a représenté sur la figure 1, une vue en perspective d'un échangeur 2 réalisé conformément à l'invention. Cet échangeur est un échangeur récupérateur de chaleur statique fonctionnant entre deux veines gazeuses circulant à contre-courant. Il peut être utilisé en particulier pour la climatisation et pour la récupération de chaleur perdue par la ventilation des locaux.
- L'échangeur 2 est constitué par un empilement de tôles rectangulaires 4, embouties. Les tôles 4 sont empilées avec un pas d'espacement e et serrées entre elles pour déterminer deux circuits séparés dans lesquels s'écoulent les veines fluides. Chaque tôle 4 comporte une zone centrale 6, dite zone d'échange, dans laquelle s'effectue l'échange de chaleur proprement dit, et deux zones de distribution 8 et 10, situées de part et d'autre de la zone d'échange 6 dans lesquelles des cheminées de distribution 12 et 14 sont formées. Ces cheminées sont constituées par des emboutis de forme allongée, disposés dans le sens de l'écoulement des fluides. Un premier courant gazeux 16 pénètre dans l'échangeur par les cheminées de distribution 12. Le fluide 16 circule le long de la zone

d'échange 6 puis sort de l'échangeur en 17. Un second fluide 18 pénètre dans l'échangeur 2 par les cheminées de distribution 14, circule le long de la surface d'échange 6 puis ressort de l'échangeur en 19.

5 Conformément à l'invention, les plans des zones de distribution 8 et 10 sont décalés de part et d'autre du plan de la zone d'échange 6 d'une quantité égale à la moitié du pas d'espacement e des plaques 4. Comme on peut le constater sur la figure 1, le plan de la zone de distribution 8 de la plaque 4 est situé plus bas que le plan de la zone d'échange 6, tandis que le plan de la zone de distribution 10 est au contraire surélevé par rapport à celui-ci. L'empilement des plaques de l'échangeur est réalisé en superposant alternativement des plaques telles que 15 la plaque 4 et des plaques identiques retournées de 180° autour de leur axe transversal. Ainsi, la zone de distribution 8 vient au contact de la zone de distribution de la plaque immédiatement inférieure. De la même manière, la zone de distribution 10 viendra au contact de la zone de 20 distribution de la plaque immédiatement supérieure.

La zone d'échange 6 comporte des bossages allongés inclinés de part et d'autre par rapport à l'axe longitudinal de la plaque 4. Dans l'exemple de réalisation décrit, ces bossages sont inclinés à 45° de part et d'autre 25 de la direction générale d'écoulement des veines gazeuses. Comme cela sera décrit plus en détail dans la suite du texte, la hauteur de ces bossages est de préférence égale au pas d'espacement e des plaques. Ainsi, lorsque ces plaques sont superposées, après rotation d'une plaque sur 30 deux, les bossages 20 prennent appui les uns sur les autres en formant des angles droits. En outre, les bossages 20 permettent d'accroître sensiblement la longueur du trajet des veines gazeuses dans la zone d'échange 6.

Selon un autre exemple de réalisation, on aurait 35 pu former des bossages 20 sur chacune des faces de la zone

d'échange 6, leur hauteur étant égale à la moitié du pas d'espacement e . Les bossages formés sur la face supérieure d'une plaque viennent ainsi en contact après retournement, avec ceux de la plaque supérieure. La continuité des parois parallèlement à l'axe des efforts d'écrasement est ainsi également assurée.

On a représenté sur la figure 2, une vue en perspective d'une plaque 4 de l'échangeur représenté sur la figure 1. On reconnaît la zone d'échange 6, les zones de distribution 8 et 10, les cheminées de distribution 12 et 14 et les bossages 20. Cette figure montre en particulier la forme des cheminées de distribution 12 et 14. Des ouvertures de forme allongée, respectivement 12a et 14a au travers desquelles circulent les fluides sont formées au sommet de l'embouti. La section de passage de cheminées d'échange peut être aussi grande qu'on le désire, ce qui permet d'alimenter la totalité de l'empilement tout en conservant une répartition fine de l'écoulement gazeux. Comme on peut le voir sur la figure 2, une extrémité de chaque cheminée de distribution, respectivement 12b et 14b est formée dans la zone d'échange 6. Cette disposition détermine un orifice par lequel le fluide peut s'écouler entre les zones d'échange de deux plaques successives. Ainsi, les cheminées de distribution 12 et 14 ne débouchent que par leur petit côté 12b et 14b orienté vers la zone d'échange 6. La rigidité de l'empilement est ainsi assurée tout le long des grands côtés et du petit côté restant. Les plaques viennent ainsi s'appuyer l'une contre l'autre deux par deux par les rebords 12c et 14c des cheminées de distribution 12 et 14. Le rebord 12c vient au contact du rebord de la cheminée de distribution de la plaque immédiatement supérieure. Le rebord 14c de la cheminée de distribution 14 vient au contact de celui de la plaque immédiatement inférieure.

On a représenté sur la figure 3, une section longitudinale de la plaque 4 représentée sur la figure 2.

On a indiqué sur cette figure les hauteurs respectives en fonction du pas d'espacement e des plaques, des cheminées de distribution 12 et 14 et des bossages 20. Comme on peut le constater, les plans des zones de distribution 8 et 10 sont décalés de part et d'autre du plan de la zone d'échange 10 d'une quantité égale à la moitié du pas d'espacement e des plaques. D'autre part, la hauteur des cheminées de distribution 12 et 14 par rapport au plan de la zone d'échange 6 est égale au pas d'espacement e . Enfin, on remarque que la hauteur des bossages 20 est égale au pas d'espacement e . On obtient ainsi un échangeur d'une grande rigidité. Cette disposition permet de réduire considérablement l'épaisseur des plaques 4 et par conséquent leur poids. Dans le cas de l'exemple de réalisation décrit, une rigidité en tous points satisfaisante a été obtenue avec des feuilles d'aluminium de 0,2 mm d'épaisseur.

On a représenté sur la figure 4 une section longitudinale de l'échangeur représenté sur la figure 1. La figure 4a représente une section longitudinale prise selon la ligne AA qui passe au milieu des cheminées de distribution.

La figure 4b représente une section longitudinale de ce même échangeur prise selon la ligne BB qui ne coupe pas les cheminées de distribution 12 et 14. Afin de ne pas surcharger le dessin, les bossages 20 n'ont pas été représentés sur ces figures.

La figure 4a permet de voir les deux circuits d'écoulement séparés pour les fluides 16 et 18. Le fluide 16 circule de droite à gauche, sur la figure, pour sortir en 17 de l'échangeur tandis que le fluide 18 circule à contre-courant du fluide 16, c'est-à-dire de gauche à droite pour sortir en 19 de l'échangeur.

La figure 4b montre le raccordement des cheminées de distribution telles que 12 et 14. Ces liaisons, effectuées sur tout le pourtour des cheminées, peuvent

être obtenues par sertissage de rivets rapportés ou emboutis directement à partir des plaques elles-mêmes, ou encore par collage. La manière dont l'étanchéité est réalisée entre les deux veines gazeuses dans les zones de distribution au niveau des cheminées de distribution sera décrite plus en détail en référence aux figures 5 à 7.

L'échangeur 2 réalisé conformément à l'invention peut être placé directement en une seule opération dans un carter muni des moyens de fixation et de raccordement appropriés. L'étanchéité latérale des plaques 4 est obtenue au moyen d'une feuille de mousse souple ou de tout autre moyen approprié connu.

L'étanchéité longitudinale de ces mêmes plaques 4 peut être assurée comme représenté sur les figures 4a et 4b par un retournement des bords 25, ou par tout autre moyen approprié.

On a représenté sur les figures 5 à 7 différents modes de réalisation de l'étanchéité entre les rebords des cheminées de distribution. La qualification d'un échangeur de chaleur étant liée à l'étanchéité entre les deux veines de gaz circulant à contre-courant, la réalisation de cette étanchéité est une caractéristique importante de l'échangeur réalisé conformément à l'invention.

Comme il a été dit précédemment, selon l'exemple de réalisation décrit, les plaques de l'échangeur sont réalisées en tôle d'aluminium d'une épaisseur de 0,2 mm. Trois procédés sont possibles pour assurer la liaison des bords 12c des cheminées de distribution. Sur la figure 5, ces bords sont assemblés par collage. Ce collage peut être effectué avec une colle rapide à froid. On peut également déposer un film polyéthylène sur l'une des faces de la plaque. On accole ensuite les faces enduites des deux plaques successives et on les met sous presse à chaud de manière à fondre le film de polyéthylène. Après refroidissement, celui-ci forme une soudure. Cependant, ce dernier procédé est coûteux.

On a représenté sur les figures 6 et 7, deux procédés d'assemblage par rivetage. La figure 6 montre un rivet oblong 30 rapporté, en aluminium ou en matière plastique, tandis que la figure 7 montre un rivet 32 pratiqué dans l'une des plaques à la fabrication et par conséquent solidaire de celle-ci. Ces deux procédés ont donné les meilleurs résultats, tant au point de vue du prix de fabrication que de la rapidité d'exécution.

Dans le cas d'un échangeur à plaques conforme à l'invention réalisé en matière plastique, on réalise soit un collage à chaud sous presse des bords dans le cas où l'on utilise un film de polyéthylène, soit par induction, pour le PVC. On pourrait également utiliser des rivets rapportés 30 en aluminium comme décrit en référence à la figure 6.

On a décrit, aux figures 1 à 4, un échangeur de chaleur dont les plans des zones de distribution sont décalés de part et d'autre du plan de la zone d'échange d'une quantité égale à la moitié du pas d'espacement des plaques.

Bien évidemment, ceci n'est pas une obligation et les figures 8 et 9 montrent, de manière analogue à la figure 4a, une section longitudinale d'un échangeur de chaleur dont les plans des zones de distribution sont décalés d'une quantité quelconque de part et d'autre du plan de la zone d'échange.

Sur la figure 8, chaque plaque comporte dans ses zones de distribution des reliefs emboutis de hauteurs différentes 34, 36, 38 et 40 constituant les cheminées, les bords des cheminées coopérant entre eux.

Sur la figure 9, une seule zone de distribution est munie d'un relief embouti 12. Dans ce cas, le rebord de la cheminée coopère avec le bord de l'ouverture pratiquée dans la zone de distribution.

L'invention ainsi décrite permet de constituer des échangeurs à contre-courants à collecteurs intégrés

obtenus par l'empilement de plaques embouties, dans lesquels les collecteurs peuvent prendre une section importante par rapport à la section de passage d'un écoulement élémentaire entre deux plaques, ce qui permet l'empilement
5 de nombreuses plaques et l'obtention d'échangeurs monoblocs très compacts pour des applications données. Ils s'utilisent en particulier en matière de climatisation des locaux, avec de faibles différences de pression d'un écoulement à l'autre, ce qui permet de constituer les plaques
10 d'une feuille métallique fine, matériau principalement envisagé pour les assemblages qui ont été décrits.

L'échangeur 2 représenté en perspective sur la figure 10 est constitué par un empilement de tôles rectangulaires 4 embouties. Les tôles 4 sont empilées avec un
15 pas d'espacement e et serrées entre elles pour déterminer deux circuits séparés dans lesquels s'écoulent les veines fluides. Un premier courant gazeux 16 pénètre à la partie supérieure de l'échangeur. Le courant gazeux 16 circule le long de la zone d'échange de l'échangeur, puis ressort en
20 17. Un second fluide 18 pénètre à la partie supérieure de l'échangeur par les cheminées de distribution 14, circule le long de la surface d'échange puis ressort de l'échangeur selon la flèche 19. A la partie supérieure de l'échangeur 2 sont montés deux distributeurs 16a et 18a
25 qui répartissent les fluides 16 et 18 à l'intérieur des cheminées de distribution respectives. Des collecteurs, dont seul le collecteur 17a est représenté, canalisent les fluides 17 et 19 qui sortent de l'échangeur. Des tirants
50 maintiennent ces deux collecteurs.

30 Conformément à l'invention, l'étanchéité latérale des plaques 4 est obtenue au moyen d'une mousse 52 à porosité fermée. Des profilés longitudinaux tels que 54 sont noyés dans la mousse 52 à porosité fermée. Ces profilés sont visibles plus particulièrement sur la figure 11.
35 La mousse 52 peut être une résine époxy, une mousse prépolymère ou une mousse phénolique.

Sur la figure 11, on note également la présence de deux ouvertures rectangulaires 53, pratiquées au droit des cheminées de distribution afin de permettre le passage des courants de fluide 16 et 18. En plus des avantages énumérés précédemment, l'isolation 52 assure l'isolement thermique et une étanchéité totale entre les veines 16 et 18, grâce aux deux composants de cette mousse qui produit des alvéoles fermés. Il s'agit là d'une caractéristique importante, car la qualification d'un échangeur de chaleur est liée à l'étanchéité entre les deux veines gazeuses circulant à contre-courant. Grâce au renforcement par les profilés 54, il est possible de supprimer le carter métallique de l'art antérieur. Il en résulte un abaissement du prix de revient de l'échangeur dans lequel le carter intervenait pour une fraction importante. En outre, l'enrobage 52 constitue en même temps l'emballage aux fins d'expédition de l'échangeur.

La figure 12 montre une variante de réalisation dans laquelle on a noyé une texture 56 dans la mousse 52. La texture 56 peut être métallique ou plastique. Elle améliore la rigidité de l'ensemble.

L'enrobage 52 peut être réalisé soit par injection, soit par moulage.

Dans un exemple de réalisation, on a utilisé une mousse thermodurcissable injectable à deux composants devenant semi-durs dans un temps très court. Les caractéristiques de cette mousse sont indiquées en annexe ci-dessous. Cette mousse est déposée à l'aide d'un pistolet mélangeant automatiquement les deux composants. Pour isoler une face, il suffit de placer verticalement à 3 cm de la paroi de l'échangeur un panneau rigide qui occupe la surface de cette paroi. Dans ce panneau sont pratiquées des ouvertures cylindriques de 8 mm de diamètre qui servent à la fois à l'injection de la mousse et à l'évacuation de l'air lorsque la mousse est injectée. Au bout de 60 secon-

des environ, cette mousse thermodurcissable est sèche. Il ne reste plus qu'à enlever le panneau. L'isolation de la paroi latérale de l'échangeur est ainsi réalisée.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES TYPES DE MOUSSE	
	30 kg/m ³
Temps de réaction par température normale	60 sec.
Coefficient λ kcal mh°C après 6 mois à 60°C	0,020
Cellules fermées %	90
Température d'utilisation °C	-210 à + 100
Résistance à la compression parallèle au développement kg/cm ²	1,12
Résistance à la compression perpendiculaire au développement kg/cm ²	1,05
Résistance à la traction parallèle au développement kg/cm ²	1,4
Résistance à la traction perpendiculaire au développement kg/cm ²	1,68
Résistance à la flexion parallèle au développement kg/cm ²	2,8
Stabilité dimensionnelle après 2 jours à -10°C	
Changement volume %	-2
Stabilité dimensionnelle après 7 jours à 70°C et 100% HR	
Changement volume %	+18
Perméabilité à la transmission vapeur d'eau Perm/inches 1 Perm = 0,659 g/m ²	
24 h mm Hg	2

REVENDEICATIONS

1. Echangeur à plaques du genre de ceux qui comportent un empilement de plaques (4) parallèles convenablement espacées, lesdites plaques comportant une zone
5 centrale d'échange (6) et deux bordures parallèles (8, 10) formant par leur empilement deux blocs distributeurs, la distribution s'effectuant dans un bloc, pour un espace sur deux, par débouché direct sur la face de l'empilement, et pour l'autre espace sur deux, par débouché sur une ligne
10 des cheminées obtenues par des perforations (12, 14) de forme allongée dans le sens de l'écoulement des fluides d'un bloc distributeur à l'autre réalisées en regard dans tout l'empilement, caractérisé en ce que les plans des bordures parallèles des plaques sont décalés de part et
15 d'autre du plan de la zone centrale d'échange, de telle sorte que lorsque l'empilement des plaques est réalisé, l'une des bordures d'une plaque est en contact plan sur plan avec la bordure de la plaque immédiatement supérieure, tandis que l'autre bordure de cette plaque est en contact plan sur plan avec la bordure de la plaque immédiatement inférieure,
20 ce qui réalise une structure dite "en accordéon" qui ferme un espace sur deux dans chaque bloc distributeur, et en ce que les bordures des perforations (12a, 14a) des cheminées (12, 14) sont déformées dans le sens opposé au décalage de la bordure par rapport à la zone centrale pour
25 venir en contact avec la bordure de la perforation de la cheminée de la plaque adjacente, le contact plan sur plan des bordures parallèles de distribution s'étendant à la partie des régions situées entre les cheminées, mais non à
30 la région (12b, 14b) située en regard de la zone centrale d'échange (6).

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les zones centrales (6) comportent des bossages (20) de hauteur égale à l'écartement
35 entre plaques, coopérant avec l'une ou l'autre des plaques adjacentes dans une partie lisse.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les zones centrales (6) comportent des bossages (20) de hauteur inférieure à l'écartement entre les plaques, coopérant avec d'autres bossages situés sur les plaques adjacentes.

5 4. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les bossages (20) sont de forme allongée et sont disposés en biais par rapport au sens général de l'écoulement.

10 5. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la déformation des bordures de perforation (12a, 14a) est obtenue par emboutissage, formant en périphérie de la perforation un rebord plan décalé par rapport au plan de la zone d'échange (6), le contact entre les deux plaques adjacentes étant ainsi assuré plan sur plan.

6. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdites zones planes de périphérie des perforations (12a, 14a) sont assemblées deux à deux au moyen de rivets oblongs (30) rapportés.

20 7. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdites zones planes en périphérie des perforations (12a, 14a) sont assemblées deux à deux par collage.

25 8. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la déformation des bordures de perforation (12a, 14a) est obtenue par emboutissage, formant au moins un bord relevé et permettant ainsi la liaison entre plaques adjacentes pour pénétration et rivetage.

30 9. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'écart entre les plaques (4) planes adjacentes dans la zone d'échange (6) est constant dans tout l'empilement.

35 10. Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte

une isolation latérale (52) des plaques (4), cette isolation étant réalisée au moyen d'une mousse à porosité fermée dans laquelle sont noyés des profilés (54) de renforcement.

5 11. Echangeur selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une texture métallique ou plastique (56) noyée dans la mousse (52).

10 12. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que la mousse (52) à porosité fermée est choisie dans le groupe comprenant les résines époxy, les mousses prépolymères, les mousses phénoliques.

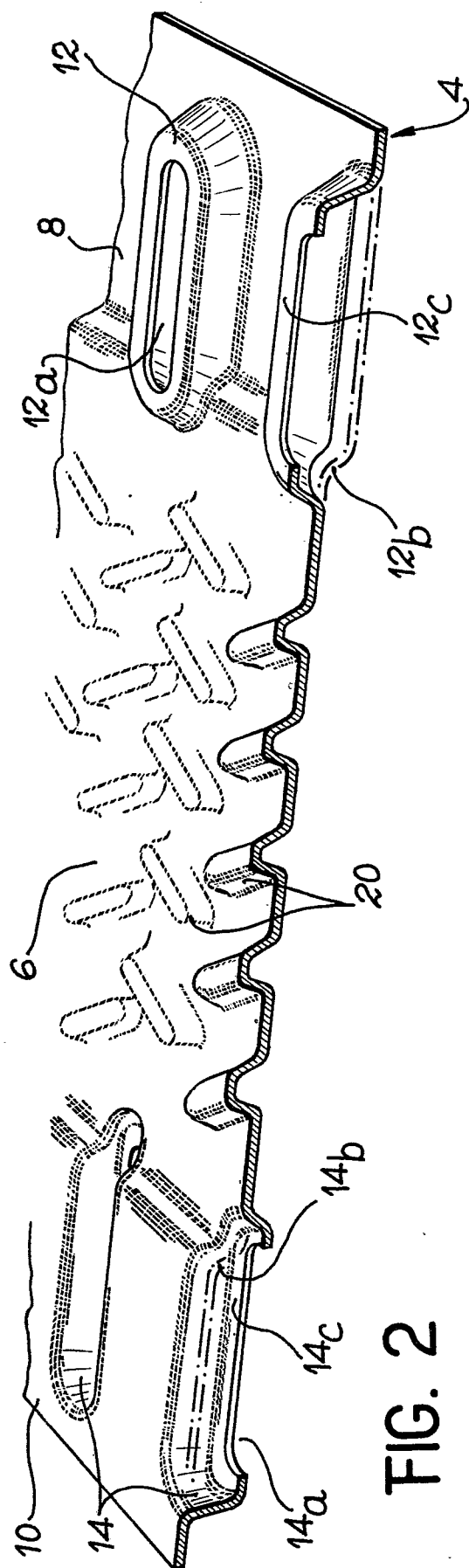


FIG. 2

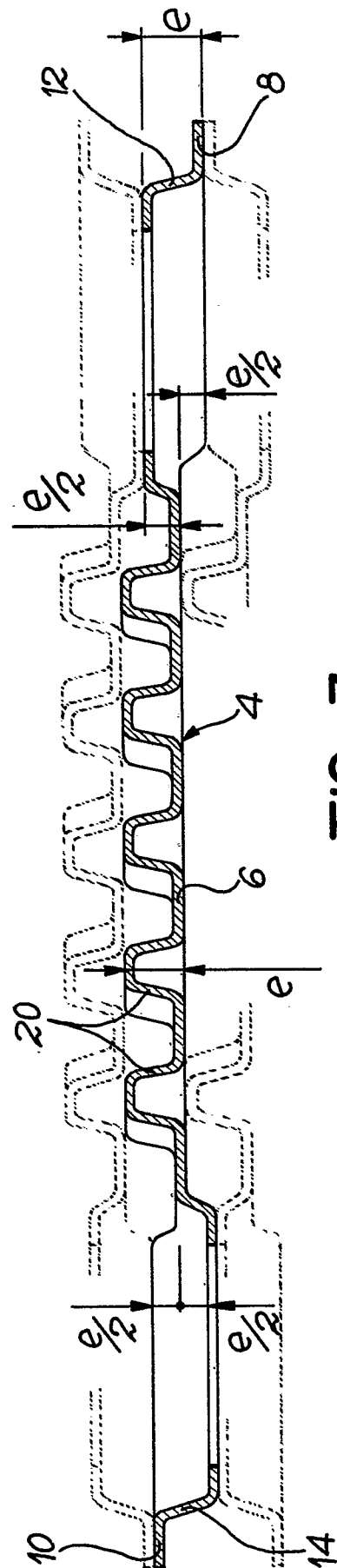
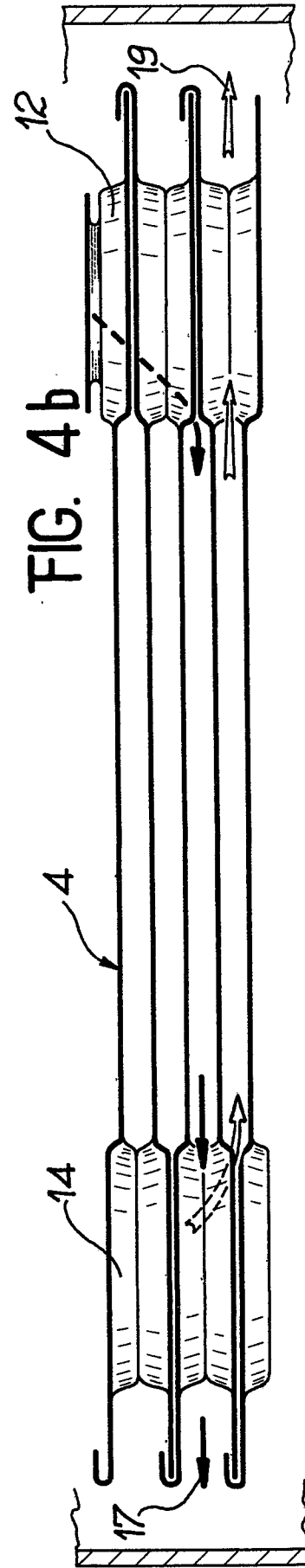
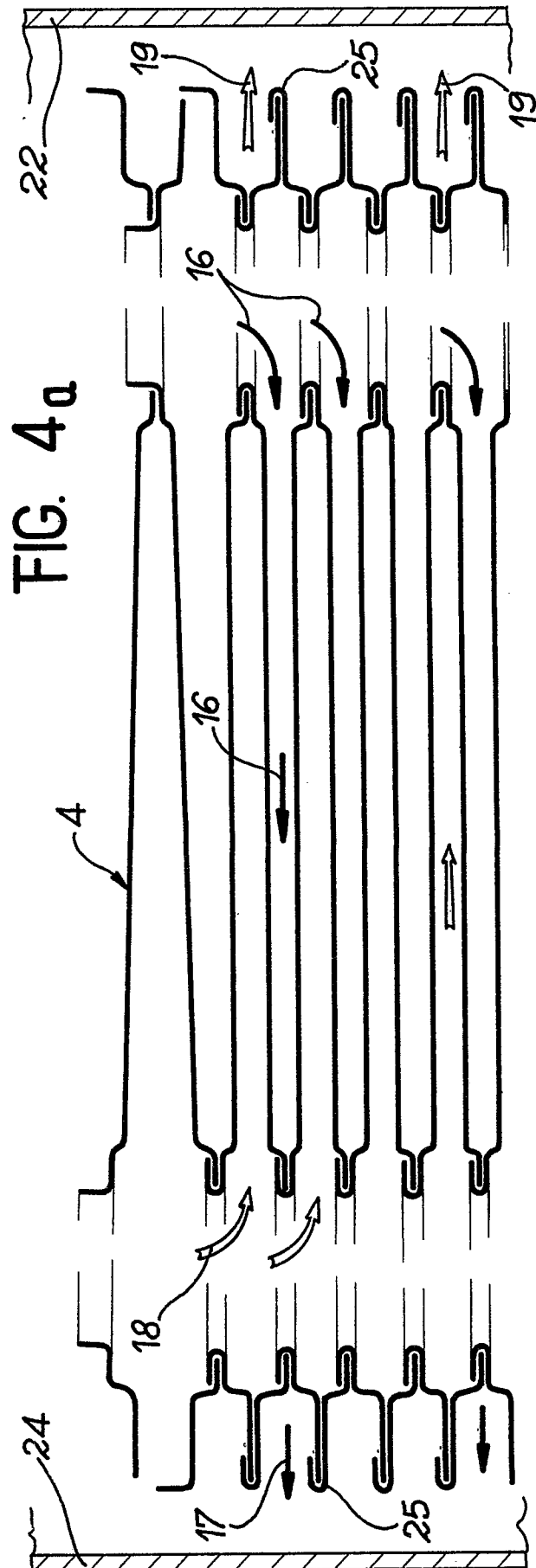
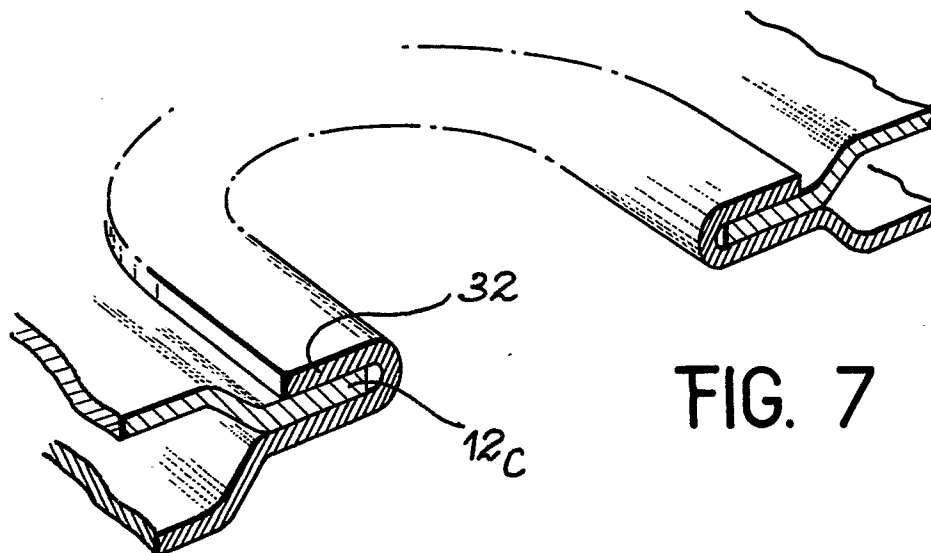
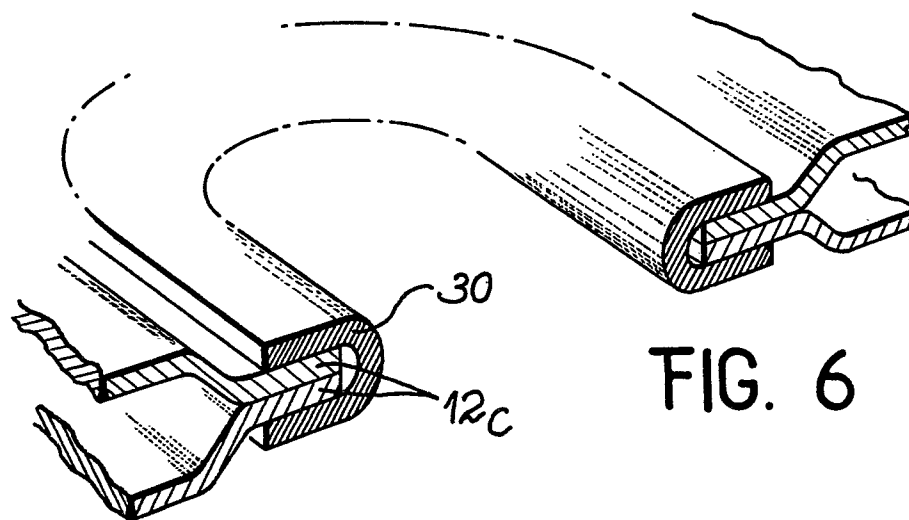
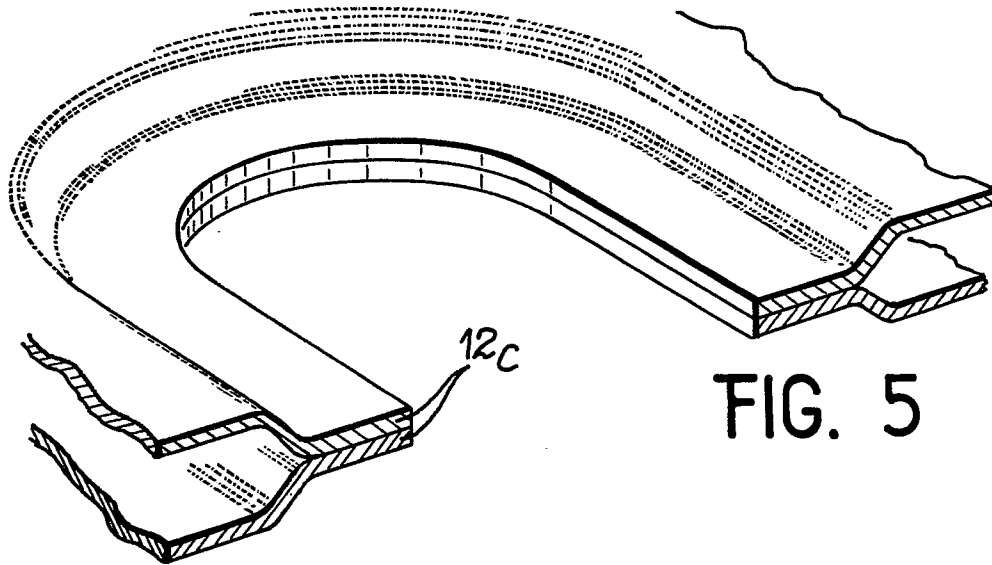


FIG. 3





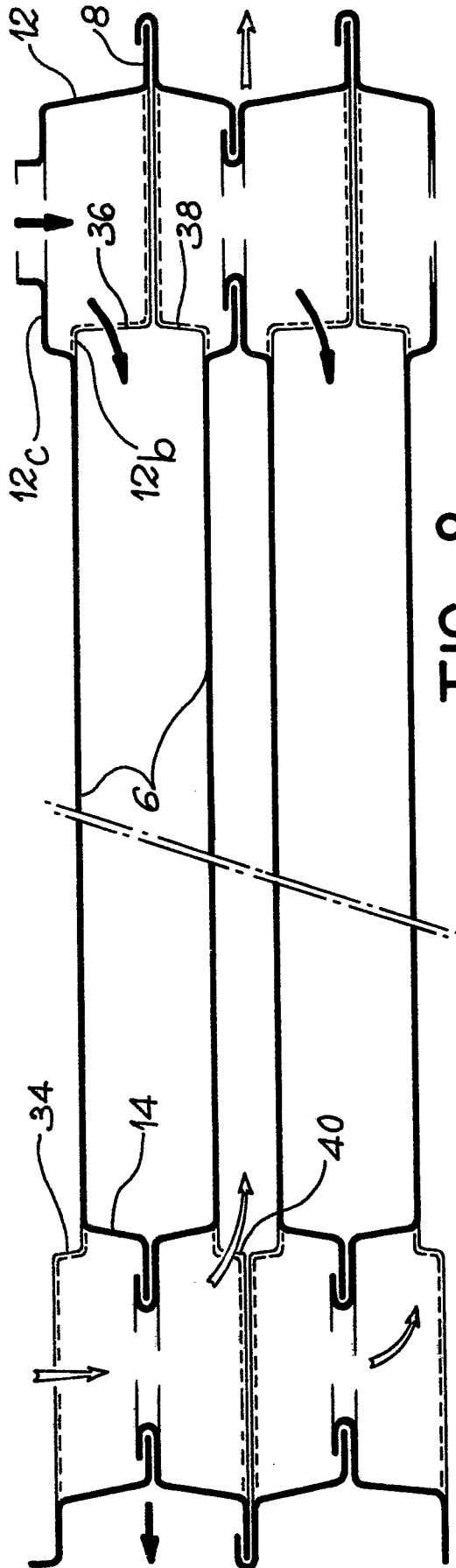


FIG. 8

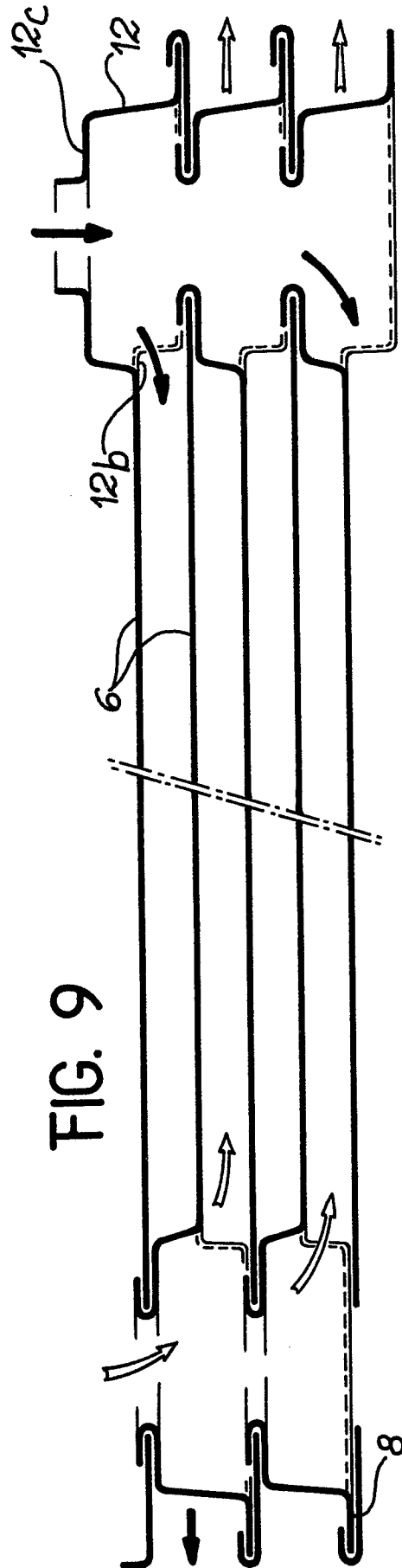


FIG. 9

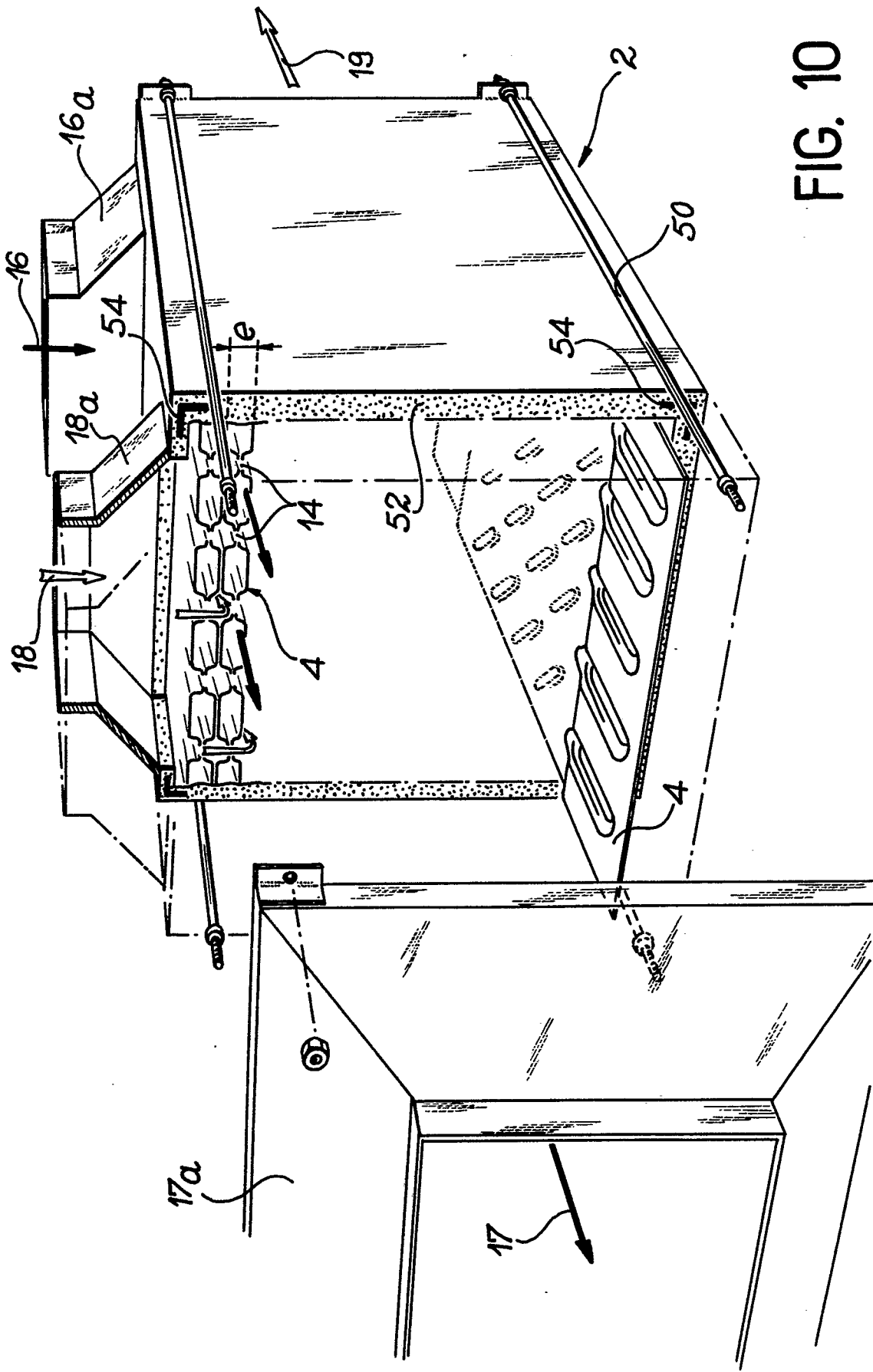


FIG. 10

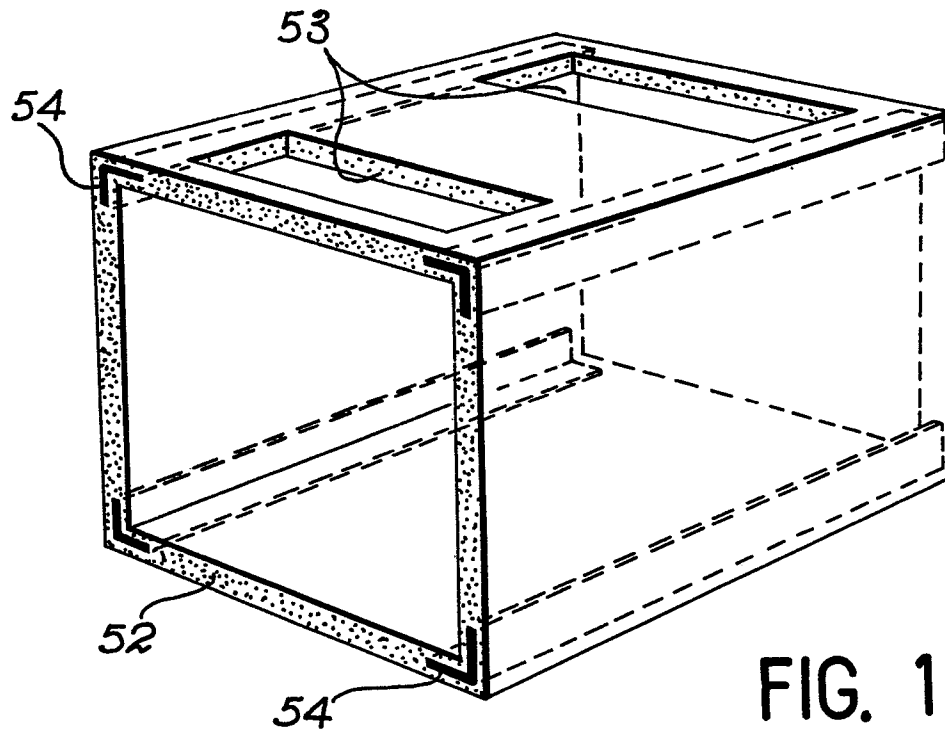


FIG. 11

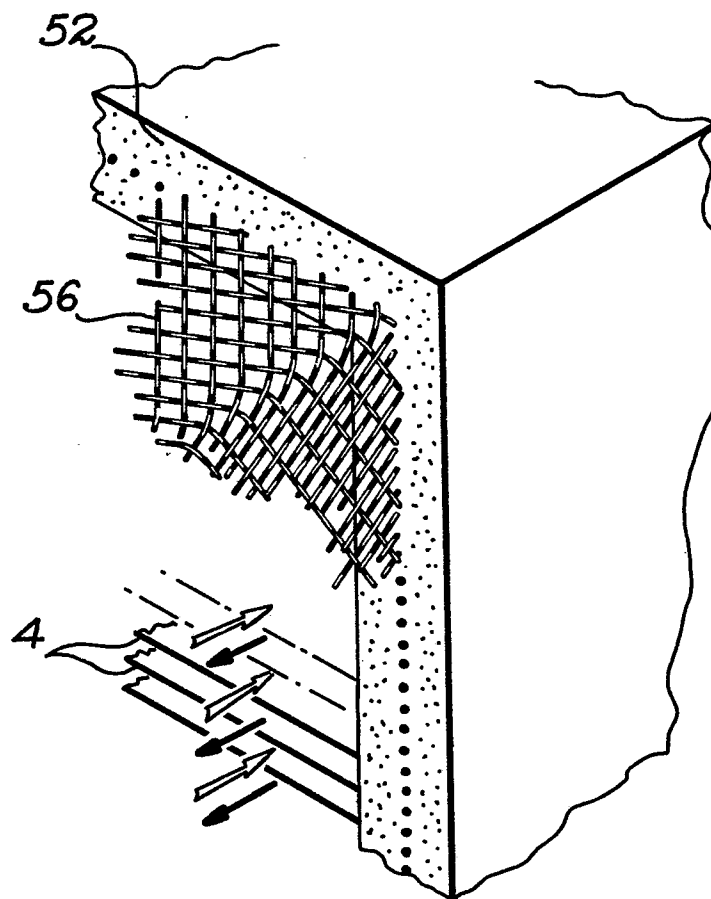


FIG. 12